

تأثیر مدت زمان مواجهه با آب الکترولیز شده خنثی بر کاهش آلودگی به سالمونلا تیفی موریوم و

اشریشیا کلی در پوست و فیله ماکیان تازه

علی فضل آرا^{۱*}، مهدی پورمهدی^۱، جمال ملک زاده^۲

۱. گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: a.fazlara@scu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۲۰

چکیده

از ویژگی‌های آب الکترولیز شده می‌توان به ارزان، ایمن و بی‌خطر بودن و عدم تأثیر سوء بر محیط‌زیست اشاره کرد. هدف مطالعه حاضر بررسی مدت زمان مواجهه با آب الکترولیز شده خنثی بر کاهش آلودگی به سالمونلا تیفی موریوم و اشریشیا کلی در پوست و فیله ماکیان تازه بود. بدین منظور از آب الکترولیز شده خنثی با غلظت کلر فعال ۱۰۰ ppm استفاده شد. همچنین مدت‌زمان مواجهه ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ دقیقه بر روی پوست و فیله تلقیح شده به ترتیب با میزان $6 \log/cm^2$ و $6 \log/g$ از باکتری‌های فوق‌الذکر در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج، میزان کاهش باکتری‌های مورد مطالعه در تیمار فیله و پوست با آب الکترولیز خنثی نسبت به آب مقطر معنی‌دار بود ($P < 0.01$). تیمار فیله با آب الکترولیز خنثی به مدت ۱۵ دقیقه، باعث از بین رفتن کامل باکتری اشریشیا کلی شد به گونه‌ای که این باکتری در روش کشت سطحی قابل شناسایی نبود. بیشترین میزان کاهش اشریشیا کلی در تیمار آب الکترولیز خنثی در پوست، در زمان ۳۰ دقیقه، $2/63 \log/cm^2$ بود. همچنین بیشترین کاهش سالمونلا تیفی موریوم در تیمار فیله و پوست با آب الکترولیز خنثی در زمان ۳۰ دقیقه به ترتیب $2/51 \log/g$ و $2/54 \log/cm^2$ بود. بنابر نتایج این مطالعه، استفاده از آب الکترولیز خنثی در شستشوی لاشه مرغ‌های کشتار شده در خط تولید و چیلرهای کشتارگاه طیور می‌تواند به‌عنوان یک روش ضدعفونی مناسب مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آب الکترولیز خنثی، سالمونلا تیفی موریوم، اشریشیا کلی.

مقدمه

در سال‌های اخیر مسمومیت‌ها و عفونت‌های قابل انتقال از طریق مواد غذایی مهم‌ترین موضوع برای محققین و دانشمندان بوده است (رضویله، ۱۳۸۲). محصولات غذایی بخصوص گوشت می‌تواند منبع عفونت یا مسمومیت غذایی باشد. در این میان گوشت طیور یکی از مساعدترین مواد غذایی برای رشد باکتری‌های بیماری‌زا می‌باشد که به علت نحوه‌ی خاص کشتار و عمل‌آوری گوشت در معرض آلودگی قرار می‌گیرد (Mead et al., 2000). چیلرها به منظور سرد کردن و کاهش بار آلودگی لاشه‌ها طراحی شده‌اند ولی طبق نظر بسیاری از محققین باکتری‌هایی که در تعداد کمی از لاشه‌ها حضور دارند ممکن است با انتشار در آب چیلر به سایر لاشه‌ها منتقل شوند. لذا آب مورد

استفاده در این قسمت به‌عنوان یکی از عوامل انتقال باکتری‌ها بین لاشه‌های طیور حائز اهمیت است (Capita et al., 2004). از آنجائی‌که اصلی‌ترین و متداول‌ترین روش جهت سرد کردن اولیه لاشه‌های مرغ در کشتارگاه‌های صنعتی، غوطه‌ور کردن لاشه‌ها در سردکن‌های آبی می‌باشد احتمال بار میکروبی بالاتر و آلودگی به برخی باکتری‌های بیماری‌زای غذایی در لاشه‌های مرغ بعد از خروج از سردکن‌های آبی وجود دارد (Northcutt et al., 2003). باکتری‌های جنس سالمونلا از مهم‌ترین باکتری‌های میله‌ای شکل گرم منفی هستند که التهاب روده‌ای-معدده‌ای ناشی از مصرف مواد غذایی را موجب می‌شوند (مرتضوی و ضیاءالحق، ۱۳۹۱). بر اساس گزارش مرکز کنترل و

ضد عفونی لاشه‌ها پس از تخلیه احشاء و یا در مرحله پیش سردکن و همچنین ضد عفونی سطوح و وسایل در تماس برای فیله کردن لاشه‌ها کاربرد داشته باشد.

مواد و روش کار

تهیه فیله و پوست مرغ

به منظور انجام این آزمایش در مجموع ۱۲ عدد لاشه مرغ به تاریخ کشتار روز تهیه شد. لاشه مرغ کاملاً تازه و در همان روز آزمایش تهیه گردید. لاشه‌ها در شرایط سرد سریعاً به آزمایشگاه انتقال داده شدند. پس از رسیدن به آزمایشگاه به صورت دستی پوست آن‌ها جدا و سینه‌ی آن‌ها فیله گردید. بر روی یک سینی فلزی در مجموع کل آزمایش ۱۴۴ قطعه پوست مرغ به وسیله قیچی و تیغ بیستوری با ابعاد $5 \times 5 \text{ cm}^2$ برش داده شد. فیله‌ها نیز در قطعات ۱۰ گرمی وزن شدند به گونه‌ای که از هر لاشه به تعداد ۱۲ قطعه ۱۰ گرمی جدا شد. پوست و فیله به وسیله آب شستشو داده شده و به منظور خارج شدن راحت‌تر آب اضافی از آبکش استفاده شد. بعد از آبکش شدن فیله و پوست، روی یک سینی استریل قرار داده شدند.

قرار دادن نمونه‌ها تحت اشعه ماوراء بنفش

جهت اشعه دادن نمونه‌ها ابتدا سطح هود آزمایشگاهی به وسیله الکل ۷۰ درصد ضد عفونی و سپس نمونه‌ها تحت اشعه ماوراء بنفش با طول موج ۲۶۰ نانومتر قرار گرفتند. فاصله لامپ تا سطح نمونه‌ها ۶۰ سانتی متر (ارتفاع سقف تا سطح میز) مدت زمان اشعه دهی ۳۰ دقیقه که به صورت بازه‌های زمانی ۱۰ دقیقه‌ای در نظر گرفته شد. بعد از هر ۱۰ دقیقه نمونه‌ها به وسیله پنس استریل برگردانده می‌شدند تا تمام سطوح تحت اثر اشعه قرار گیرند. سپس نمونه‌ها جهت تلقیح باکتریایی آماده شدند (Miller et al., 2004; Fabrizio et al., 2002).

باکتری‌های مورد مطالعه در این پژوهش

در این تحقیق از کشت لیوفیلیزه باکتری /شریشیا کلی (ATCC 25922) و سالمونلا تیفی موریوم (ATCC

پیشگیری بیماری آمریکا (CDC)^۱، سالیانه در این کشور ۱/۴ میلیون مورد ابتلا به سالمونلوز گزارش می‌شود (Kimura et al., 2004). /شریشیا کلی از اعضای مهم فلور طبیعی روده بزرگ است و از آنجایی که از عوامل بیماری‌زای عفونت‌های زخم، سیستم ادراری، پنومونی، مننژیت و سپتی سمی در انسان نیز می‌باشد لذا در میان بقیه اعضای فلور طبیعی منحصربه‌فرد است (رحیمی، ۱۳۸۶).

آب الکترولیز شده در سال‌های اخیر به عنوان یک ماده‌ی ضد عفونی‌کننده مفید مورد توجه قرار گرفته است. از ویژگی‌های مطلوب این ماده‌ی ضد عفونی‌کننده می‌توان به ارزان بودن، ایمن و بی‌خطر بودن و عدم تأثیر سوء بر محیط‌زیست و عدم بر جای گذاری مواد شیمیایی و سلامت مصرف‌کننده اشاره کرد. این ماده با افزودن آب شرب و کلرید سدیم در یک دستگاه مخصوص تهیه می‌شود که محصولات تولید شده دارای ویژگی‌های متفاوتی هستند. با برقراری ولتاژ، محصولی که در کاتد تولید می‌شود دارای pH حدود ۱۱/۴ و پتانسیل اکسیداسیون و احیاء حدود ۹۷۵- میلی ولت هست ولی محصولی که در آند تولید می‌شود دارای pH ۲/۴ تا ۲/۶ و پتانسیل اکسیداسیون و احیاء ۱۱۵۰+ میلی ولت است (مرتضوی و ضیاءالحق، ۱۳۸۸). در مطالعات نشان داده شده است که آب الکترولیز شده دارای خاصیت میکروب‌کشی، ویروس‌کشی و قارچ‌کشی است (Huang et al., 2008). سالمونلا و اشیشیا دو باکتری عمده مسبب آلودگی‌های اولیه و ثانویه در صنایع کشتارگاهی و فراوری گوشت طیور می‌باشند. لذا با توجه به نکات فوق، در این مطالعه، تأثیر مدت زمان مواجهه با آب الکترولیز خنثی تولیدی در داخل کشور بر روی کاهش آلودگی‌های باکتریایی /شریشیا کلی و سالمونلا تیفی موریوم در پوست و فیله ماکیان تازه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصله می‌تواند در صنعت کشتارگاه و فراوری گوشت طیور بخصوص جهت

1. Center for Disease Control

با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال و نیز ORP متر به ترتیب میزان pH و ORP آب الکترولیز شده (غلظت ppm ۱۰۰ کلر) اندازه گیری می شد. بر اساس اندازه گیری های به عمل آمده میزان فاکتورهای فوق در محلول نهایی آب الکترولیز شده مورد استفاده به شرح زیر بود:

جدول ۱- فاکتورهای مختلف آب الکترولیز شده مورد استفاده

فاکتور مورد نظر	مقدار
pH	۷/۳±۰/۲
ORP	۸۸۰ ± ۵
⁴AFC	۱۰۰ppm

تیمار نمونه های فیله و پوست مرغ بعد از آماده سازی نمونه ها و اشعه دهی آن ها، پوست و فیله ها با کمک سوسپانسیون باکتریایی آماده شده فوق الذکر که تراکم میکروبی آن از قبل مورد بررسی و شمارش قرار گرفته بود، به نحوی تلقیح شدند که پوست ها با مقدار $6 \log/cm^2$ و فیله ها با $6 \log/g$ از باکتری *اشریشیا کلی* و *سالمونلا تیفی موریوم* به طور جداگانه تلقیح و به مدت ۱۵ دقیقه فرصت داده شد تا باکتری ها بر روی آن بچسبند (Huang et al., 2006; Mansur et al., 2014). سپس پوست و فیله های تلقیح شده به ۲ گروه اصلی تقسیم و تیمارهای غوطه وری در آب مقطر و غوطه وری در آب الکترولیز شده خنثی با شرایط ذکر شده به طور جداگانه بر روی آن ها انجام شد.

به منظور غوطه وری و شیک شدن بهتر نمونه ها، از بطری های درب آبی قابل اتوکلاو که شامل ۷۰ سی سی آب مقطر استریل و یا آب الکترولیز شده خنثی با شرایط ذکر شده بود استفاده گردید. در شرایط استریل کنار شعله درب بطری ها باز شده و نمونه ها به وسیله پنس استریل به داخل بطری ها منتقل شد. غوطه وری نمونه ها به همراه شیک کردن آرام با

35987) تهیه شده از سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران، مرکز کلکسیون میکروبی استفاده شد. تعیین حداکثر جمعیت میکروبی و تهیه مایه تلقیح جهت تعیین حداکثر رشد^۴ باکتری های مورد مطالعه، طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۹۸۹۹ عمل شد. در ضمن جهت دستیابی به دقت بالاتر رقت سازی و شمارش ۳ بار تکرار شده و میانگین به دست آمده به عنوان حداکثر جمعیت میکروبی در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج حاصل و تهیه سریال رقت از سوسپانسیون باکتریایی، میزان تلقیح باکتریایی میکروارگانیسم های فوق که برای پوست $6 \log/cm^2$ و برای فیله ها $6 \log/g$ بود، محاسبه و تنظیم گردید.

تهیه محلول آب الکترولیز شده خنثی در این بررسی آب الکترولیز شده خنثی (pH: ۷/۳±۰/۲) مورد استفاده قرار گرفت. محلول تازه تولیدی شرکت خسرو مدیسا طب پس از تعیین خصوصیات مانند پتانسیل اکسیداسیون- احیاء (ORP)^۳، pH و میزان کلر آزاد مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه گیری فاکتورهای مربوط به آب الکترولیز شده اندازه گیری کلر با استفاده از کیت کلر (ساخت شرکت کاریز آب) با شماره ۴۴۴۹ بر پایه محلول تیوسولفات سدیم، میزان کلر محلول اندازه گیری شد. ابتدا میزان کلر در آب الکترولیز شده با استفاده از کیت کلر اندازه گیری شده و سپس با اضافه کردن مقادیر محاسبه شده آب مقطر، غلظت ppm ۱۰۰ در محلول تنظیم شد و همواره در آزمایش ها از همین رقت استفاده گردید. به عبارت دیگر برای انجام هر مرحله از آزمایش، آب الکترولیز شده با غلظت ppm ۱۰۰ کلر در همان موقع تهیه شد. اندازه گیری pH آب الکترولیز شده و پتانسیل اکسیداسیون- احیاء

4. Available Free Chlorine

2. Maximum population
3. Oxidation-Reduction Potential

که در کشت مستقیم قابل شناسایی نیستند، پس از سپری شدن زمان ۳۰ دقیقه، در مورد سالمونلا مقدار ۵ میلی‌لیتر از رقت ۱- به لوله‌آزمایش حاوی ۲۰ میلی‌لیتر لاکتوز براث وارد گشته، در ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت غنی‌سازی می‌گردید. در مرحله بعد غنی‌سازی انتخابی با انتقال مقدار یک میلی‌لیتر محیط لاکتوز براث به هر یک از محیط‌های سلنیت سیستمین براث^۹ و تتراتیونات براث^{۱۰} انجام و نهایتاً کشت خطی بر روی محیط گزیلوز لیزین دزوکسی کولات آگار انجام می‌شد (Fabrizio et al., 2002). همچنین در مورد اشیریشیا مقدار یک میلی‌لیتر از رقت ۱- به محیط تریپتیک سوی براث^{۱۱} وارد گشته، در ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت غنی‌سازی می‌گردید و پس از آن بر روی محیط ائوزین متیلن-بلو لاکتوز ساکاروز آگار کشت خطی داده می‌شد (Huang et al., 2006). لازم به ذکر است که تمامی تیمارها و آزمایش‌ها با ۳ تکرار به انجام رسید.

بررسی‌های آماری

نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ به‌طور توصیفی و تحلیلی بررسی شد و شاخص‌های پراکندگی مرکزی و پراکندگی (میانگین و انحراف معیار) محاسبه گردید. تحلیل داده‌ها با آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تکمیلی LSD^{۱۲} و آزمون t برای دو نمونه مستقل^{۱۳} انجام گرفت. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel ۲۰۱۳ استفاده شده است.

نتایج

این مطالعه باهدف بررسی تأثیر مدت‌زمان مواجهه با آب الکترولیز شده خنثی بر کاهش آلودگی به سالمونلا تیفی‌موریوم و اشیریشیا کلی در پوست و فیله ماکیان تازه صورت پذیرفت. در این مطالعه فیله‌ها و

سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد (Huang et al., 2006; Mahmoud et al., 2004). سپس در زمان‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ دقیقه نسبت به خارج‌سازی نمونه‌ها و ارزیابی و شمارش بار باکتری اشیریشیا کلی و سالمونلا تیفی‌موریوم در آن‌ها اقدام گردید.

روش انجام شمارش باکتریایی

بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۸۹۲۳-۲، بعد از طی زمان‌های مشخص شده بلافاصله نمونه‌ها در کنار شعله و در شرایط استریل به‌وسیله پنس از بطری‌ها خارج شدند. بدین نحو که سطح نمونه‌های پوست طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۴۸۰۶، به‌وسیله سوآپ استریل به‌طور کامل سوآپ برداری شده و سوآپ در داخل ۱۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل به مدت یک دقیقه ورتکس گردید (Huang et al., 2006; Mahmoud et al., 2004). همچنین از نمونه‌های فیله توسط استومکر^۵ در سرم فیزیولوژی استریل رقت ۰/۱ تهیه گردید (Mahmoud et al., 2004). سپس رقت‌های چندمرحله‌ای بر اساس روش APHA^۶ تهیه گردید. نهایتاً پس از تهیه سریال رقت ده‌تایی از نمونه‌های فوق‌الذکر، طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۹۸۹۹ از هر رقت میزان ۱۰۰ میکرو لیتر نسبت به کشت سطحی بر روی محیط‌های گزیلوز لیزین دزوکسی کولات آگار^۷ و ائوزین متیلن-بلو لاکتوز ساکاروز آگار^۸ به ترتیب برای سالمونلا و اشیریشیا اقدام و پس از خشک شدن به‌صورت معکوس در دمای موردنظر انکوبه شدند. پس از گرمخانه‌گذاری به مدت ۴۸ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد نسبت به شمارش و محاسبه تراکم هر یک از باکتری‌های مورد مطالعه در پوست و فیله مرغ اقدام گردید. در ضمن به‌منظور ارزیابی زنده‌مانی مقادیر اندک باکتری‌های مورد مطالعه

9 Selenite Cystine Broth

10 Tetrathionate Broth

11 Tryptic Soy Broth

12 Least-Significant-Difference

13 Independent samples t test

5 Stomacher

6 American Public Health Association

7 Xylose Lysine Deoxycholate Agar

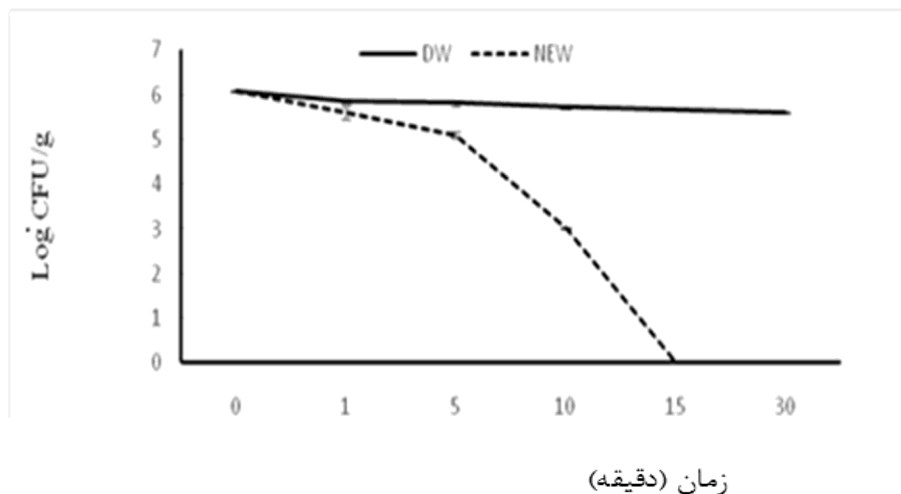
8 Eosin Methylene-Blue Lactose Sucrose Agar

با آب الکترولیز شده که به منظور ارزیابی میزان زنده‌مانی این باکتری در دقیقه ۱۵ و ۳۰ انجام شد مشخص شد بعد از غنی‌سازی در محیط TSB به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه و کشت خطی بر روی محیط EMB، باکتری به میزان بسیار اندک و ناچیز توانایی رشد و بازسازی داشت. آنالیز آماری بر روی نتایج حاصله نشان داد که در زمان صفر بین گروه‌ها هیچ اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری وجود ندارد. همچنین تیمار فیله با آب مقطر و آب الکترولیز شده خنثی در زمان ۱ دقیقه اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. اما در زمان‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ دقیقه آنالیز نتایج نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P < 0.001$).

پوست مرغ به صورت جداگانه به وسیله باکتری‌های مذکور تلقیح شده و سپس در زمان‌های صفر، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ دقیقه تحت تأثیر تیمار با آب الکترولیز خنثی قرار گرفت. همچنین در این مطالعه از آب مقطر به عنوان محلول کنترل استفاده گردید.

اشریشیا کلی

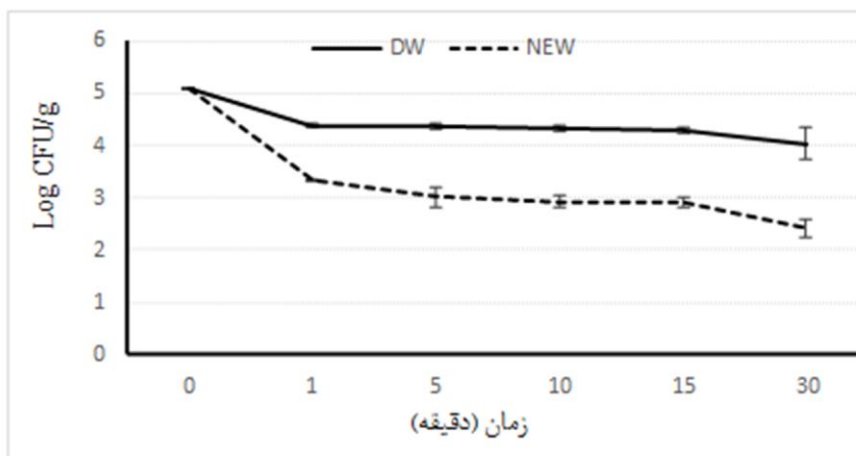
طبق نمودار ۱ که نشان دهنده تأثیر آب الکترولیز شده خنثی و آب مقطر استریل در کاهش جمعیت باکتریایی اشریشیا کلی در فیله مرغ است، مشخص شد بیشترین کاهش باکتری در زمان ۳۰ دقیقه برای تیمار با آب مقطر می‌باشد. در تیمار با آب الکترولیز خنثی، اشریشیا کلی در دقیقه ۱۵ و ۳۰ به طور کامل از بین رفت و یا قابل‌ردیابی نبود. نتایج حاصل از کشت خطی در تیمار



نمودار ۱- میانگین (\pm انحراف معیار) اثر آب الکترولیز شده خنثی و آب مقطر بر جمعیت باکتریایی اشریشیا کلی در فیله مرغ (DW: آب مقطر استریل - NEW: آب الکترولیز خنثی)

۵، ۱۰ و ۱۵ بین تیمار با آب الکترولیز شده و آب مقطر اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.001$). در زمان ۳۰ دقیقه تیمار با آب الکترولیز نیز تفاوت معنی‌داری با تیمار آب مقطر داشت ($P < 0.001$).

با توجه به نمودار ۲ آنالیز نتایج نشان داد که در اینجا نیز همان‌طور که مشخص است در زمان صفر تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد در حالی که در زمان ۱ دقیقه بین تیمار با آب الکترولیز و آب مقطر اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P < 0.001$). در زمان‌های

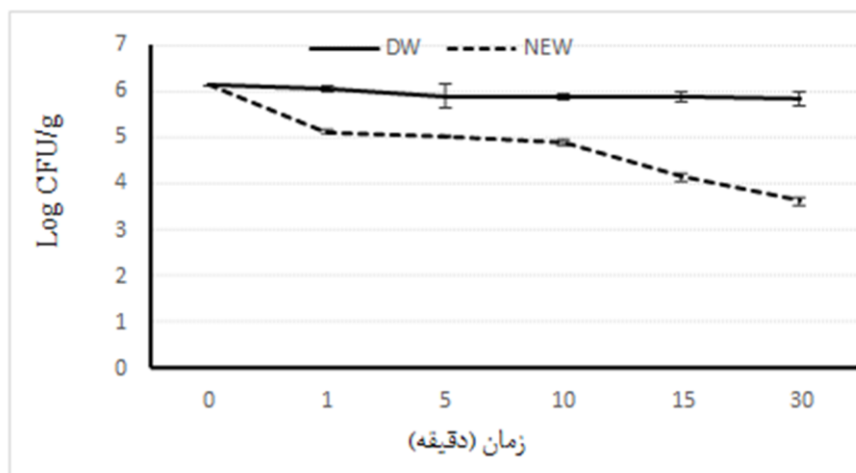


نمودار ۲- میانگین (±انحراف معیار) اثر آب الکترولیز شده خنثی و آب مقطر بر جمعیت باکتریایی /شیریشیا کلی در پوست مرغ (DW: آب مقطر استریل - NEW: آب الکترولیز خنثی)

سالمونلا تیفی موریوم

۳۰ دقیقه در تیمار با آب الکترولیز خنثی صورت گرفت. آنالیز داده‌ها نشان داد که در کلیه زمان‌های مواجهه به جز صفر یعنی ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ دقیقه بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.001$).

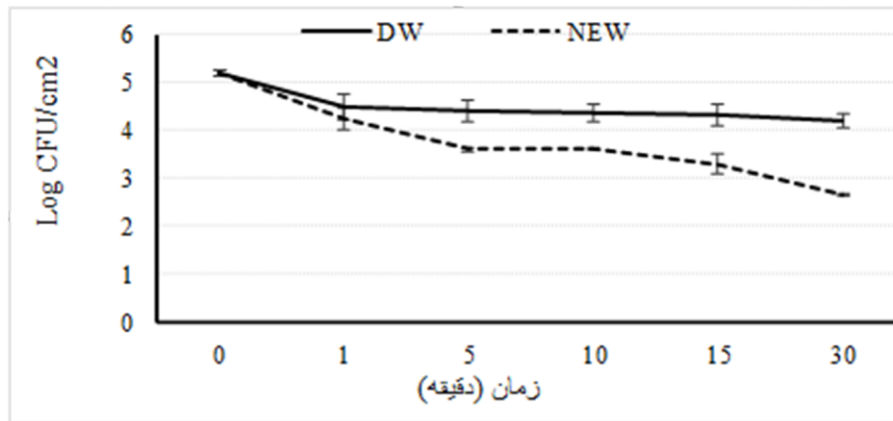
در اینجا نیز با توجه به نمودار ۳ در مورد سالمونلا مشخص شد که با افزایش مدت‌زمان مواجهه شیب کاهش جمعیت باکتریایی سالمونلا تیفی موریوم در تیمار فیله مرغ با آب الکترولیز خنثی بیشتر از آب مقطر بود به‌گونه‌ای که بیشترین میزان کاهش در زمان



نمودار ۳- میانگین (±انحراف معیار) اثر آب الکترولیز شده خنثی و آب مقطر بر جمعیت باکتریایی سالمونلا تیفی موریوم در فیله مرغ (DW: آب مقطر استریل - NEW: آب الکترولیز خنثی)

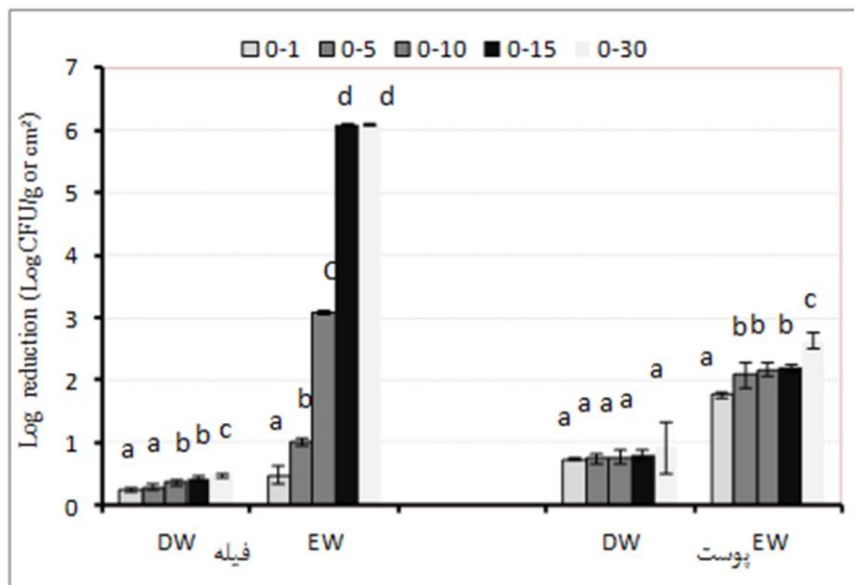
آب الکترولیز خنثی و آب مقطر اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری مشهود است ($p < 0.01$). همچنین در زمان‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ نیز اختلاف معنی‌داری دال بر کارایی بیشتر آب الکترولیز شده خنثی وجود دارد ($p < 0.05$).

با توجه به نمودار ۴ بیشترین تأثیر تیمار با آب الکترولیز شده خنثی در زمان ۳۰ دقیقه و کمترین تأثیر در زمان صفر مشاهده شد. با توجه به آنالیز داده‌ها مشخص شد که بین تیمارها در دقیقه صفر و ۱ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در زمان ۳۰ دقیقه بین تیمار

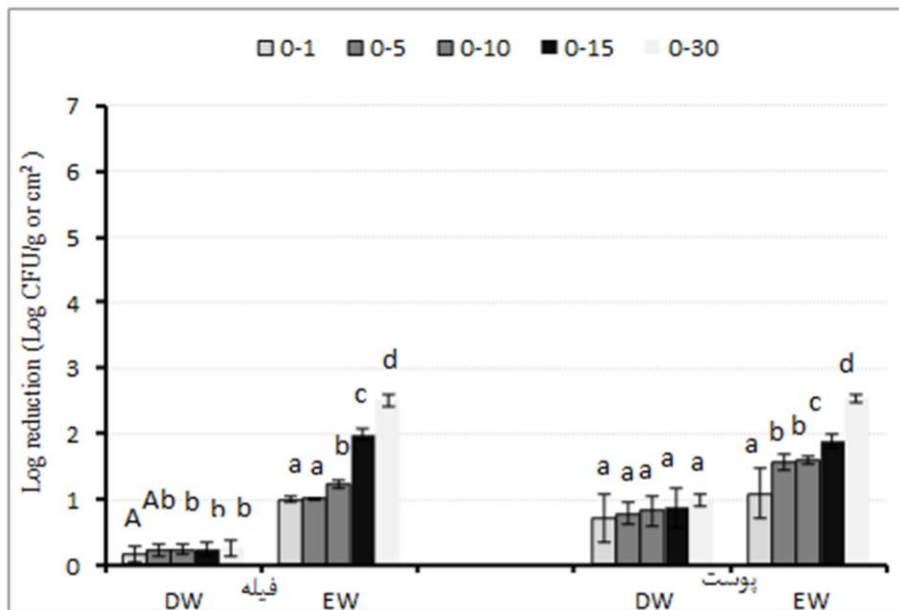


نمودار ۴- میانگین (± انحراف معیار) اثر آب الکترولیز شده خنثی و آب مقطر بر جمعیت باکتریایی *سالمونلا تیپیفی موربوم* در پوست مرغ (DW: آب مقطر استریل - NEW: آب الکترولیز خنثی)

به همین ترتیب نتایج حاصل از کاهش جمعیت باکتریایی *اشریشیا کلی* و *سالمونلا تیپیفی موربوم* در زمان‌های متفاوت به ترتیب در نمودارهای شماره ۵ و ۶ نشان داده شده است.



نمودار ۵- میانگین (± انحراف معیار) کاهش جمعیت باکتریایی *اشریشیا کلی* در تیمار با آب الکترولیز خنثی و آب مقطر در بازه‌های زمانی مختلف در فیله و پوست مرغ (DW: آب مقطر استریل - NEW: آب الکترولیز خنثی)



نمودار ۶- میانگین (± انحراف معیار) کاهش جمعیت باکتریایی سالمونلا تیفی-موریوم در تیمار با آب الکترولیز خنثی و آب مقطر در بازه‌های زمانی مختلف در فیله و پوست (DW: آب مقطر استریل - NEW: آب الکترولیز خنثی)

بحث

رسیده است (Huang et al., 2008; Gómez-López, 2012).

در مطالعه‌ی حاضر اثرات آب الکترولیز خنثی با آب مقطر استریل در زمان‌های مختلف در کاهش آلودگی به سالمونلا تیفی-موریوم و اشریشیا کلی در پوست و فیله‌ی ماکیان تازه بررسی گردید. pH هر دو محلول در حد خنثی و در حدود $7/3 \pm 0/2$ مشخص گردید که از لحاظ pH تفاوت چندانی باهم ندارند. جمعیت باکتریایی مورد استفاده، زمان مواجهه، دما و امکانات و وسایل بکار رفته در هر دو مشترک بود. بر اساس نتایج حاصل از آنالیز داده‌های به دست آمده مشخص شد میزان کاهش جمعیت در تیمار با آب الکترولیز شده‌ی خنثی در مقایسه با آب مقطر بسیار بیشتر بوده است به طوری که بر اساس نمودارهای ۱ تا ۴، تیمار هر دو باکتری با آب الکترولیز خنثی شیب تندتری را در مقایسه با آب مقطر از خود نشان می‌دهد. در مورد دوز مؤثر کلر در مطالعات پیشین بسته به آب الکترولیز تولیدی در دستگاه‌های مختلف میزان کلر فعال متفاوت

ایمنی مواد غذایی بخصوص پیشگیری از آلودگی ناشی از پاتوژن‌های مواد غذایی از لحاظ سلامت عمومی به طور فزاینده‌ای دارای اهمیت شده است. به خوبی مشخص شده است که ضد عفونی یکی از مهم‌ترین مراحل پردازش در کنترل پاتوژن‌های ناشی از غذاست (Hao et al., 2012). تأثیرات ضد میکروبی آب الکترولیز شده همچنین روی کاهو (Izumi, 1999; Koseki and Itoh, 2001) و دانه‌های آلفا و جوانه‌ها (Kim et al., 2003) و گلابی و هلو (Al-Hag et al., 2002) و گوجه‌فرنگی (Bari, 2003) و تجهیزات فرایند غذا (Blackman and Frank, 1996) گزارش شده است. همچنین تأثیرات باکتری‌کشی آب الکترولیز شده روی بسیاری از باکتری‌ها مانند اشریشیا کلی، سالمونلا اینتیریتیدیس، سالمونلا تیفی-موریوم، انتروکوکوس فکالیس، فلاوو باکترها، پروتئوس ولگاریس، آکالیجنز فکالیس، لیستریا مونوسایتوزنز، استافیلوکوکوس اورئوس، باسیلوس سرئوس، انتروباکتر آئروجنز و حتی برخی نماتودها و ویروس‌ها به اثبات

در مورد باکتری سالمونلا نتایج حاکی از مقاومت بیشتر نسبت به *اشریشیا کلی* است به گونه‌ای که در فیله در برابر آب الکترولیز خنثی بیشترین کاهش بعد از ۳۰ دقیقه اتفاق افتاد که مقدار آن $\text{Log } 2/51$ بود درحالی‌که در *E.coli* بعد از گذشت ۳۰ دقیقه مقدار آن به حدود $\text{Log } 6$ کاهش رسید. شیب کاهش بار باکتریایی در مورد سالمونلا در فیله در هر دو تیمار نسبت به *E.coli* کمتر است که نشان‌دهنده‌ی مقاومت بیشتر این باکتری در برابر آب الکترولیز خنثی است. همچنین سالمونلا در پوست بعد از گذشت ۳۰ دقیقه تیمار با آب الکترولیز خنثی به میزان $\text{Log } 2/54$ کاهش داشت درحالی‌که در تیمار با آب مقطر کاهش چشمگیری مشاهده نشد. Wang و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر آب یخ الکترولیز شده اسیدی در حفظ کیفیت میگو در شرایط تاریکی را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از آب الکترولیز شده اسیدی با غلظت کلر فعال 50 ± 2 ppm استفاده گردید. در کل دوره ذخیره‌سازی، کاهش میزان زنده‌مانی باکتری‌ها در مورد تیمار با آب یخ الکترولیز شده‌ی اسیدی بسیار بیشتر از آب یخ معمولی بود. در تحقیق حاضر نیز تیمار با آب الکترولیز شده‌ی خنثی کاهش میزان زنده‌مانی باکتری‌ها بیشتر از آب مقطر بود. Wang و همکاران بیان کردند که جمعیت باکتریایی کل در مورد آب الکترولیز شده‌ی اسیدی $\text{Log } 1/5$ کاهش بعد از ۲۴ ساعت ذخیره‌سازی را نشان داد درحالی‌که در مورد آب یخ معمولی $\text{Log } 0/37$ بعد از ۴۸ ساعت در دمای ۱۸ درجه را نشان داد. در تحقیق حاضر بیشترین میزان کاهش باکتری‌های *اشریشیا کلی* و سالمونلا بعد از گذشت ۳۰ دقیقه در تیمار با آب الکترولیز شده به ترتیب حدود $\text{Log } 6$ و $\text{Log } 2/51$ بود. بالا بودن میزان کاهش باکتری‌ها می‌تواند به علت بالا بودن سطح کلر فعال در این مطالعه و همچنین غوطه‌وری به همراه شیک کردن نمونه‌ها با دور 100 rpm باشد. در مطالعه حاضر تیمار فیله مرغ با آب الکترولیز شده خنثی به

گزارش شده است. به‌طور مثال Huang و همکاران (۲۰۰۵) از آب الکترولیز شده با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm کلر برای ضدعفونی کردن مواد غذایی دریایی آلوده به برخی از پاتوژن‌های منتقله از راه غذا استفاده کردند. همچنین Xu و همکاران (۲۰۱۴) از آب الکترولیز با غلظت کلر ۷۰-۸۰ ppm در ترکیب با کیتوزان برای جلوگیری از تغییرات میکروبیولوژی، فیزیکوشیمیایی و ویژگی‌های حسی در شاه‌ماهی آمریکایی در طی نگهداری به‌صورت انجماد استفاده کردند. همچنین مدت‌زمان تیمار با آب الکترولیز صفر، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. Bialka و همکاران (۲۰۰۴) مدت‌زمان تیمار بین دامنه زمانی ۱ تا ۵ دقیقه برای تیمار سطح تخم‌مرغ با آب الکترولیز خنثی برای حفظ کیفیت میکروبیولوژیکی و کیفی تخم‌مرغ استفاده کردند. همچنین Huang و همکاران (۲۰۰۶) زمان‌های صفر، ۱، ۵ و ۱۰ دقیقه برای کاهش بار باکتریایی غذاهای دریایی استفاده کردند.

در مطالعه حاضر تیمار فیله با آب الکترولیز خنثی باعث کاهش باکتریایی *E.coli* در زمان‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ دقیقه شد. به‌گونه‌ای که در زمان ۱۵ و ۳۰ دقیقه در روش کشت سطحی هیچ‌گونه باکتری شناسایی نشد درحالی‌که در تیمار با آب مقطر کاهش چشمگیری در جمعیت *E.coli* مشاهده نشد. در تیمار آب الکترولیز در فیله کمترین میزان کاهش بار *E.coli* بعد از گذشت یک دقیقه $\text{Log } 0/48$ بود درحالی‌که بعد از گذشت ۱۵ دقیقه $\text{Log } 6/09$ بود. در مورد تیمار با آب مقطر بیشترین کاهش بعد از گذشت ۳۰ دقیقه $\text{Log } 0/48$ مشاهده شد. در تیمار پوست با آب الکترولیز خنثی بیشترین مقدار کاهش *E.coli* بعد از گذشت ۳۰ دقیقه $\text{Log } 2/63$ گزارش شد درحالی‌که کمترین مقدار بعد از گذشت یک دقیقه بود و مقدار آن $\text{Log } 1/76$ بود. در اینجا نیز تیمار با آب مقطر تأثیر چندانی در کاهش بار باکتریایی *E. coli* نداشته و دارای شیب اندکی است.

قراردادند. آن‌ها از دو محلول آب الکترولیز شده‌ی اسیدی و آب الکترولیز شده‌ی قلیایی و غلظت کلر فعال ppm ۰/۸۷ و ۴۰ به ترتیب استفاده کردند. نتایج نشان داد غوطه‌ورسازی به مدت ۱۵ دقیقه در آب الکترولیز شده‌ی اسیدی باعث کاهش $\text{Log } 2/8$ در پوست ماهی کامل و $\text{Log } 2$ در فیله ماهی شد. اما در مورد آب الکترولیز شده‌ی قلیایی باعث کاهش $\text{Log } 1/28$ در پوست و $\text{Log } 0/82$ در فیله شد.

Rahman و همکاران (۲۰۰۹) اثر آب الکترولیز شده در دماها، زمان‌ها و pH متفاوت بر روی *اشریشیا کلی O157:H7*، *لیستریا منوسیتوزنز*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سالمونلا تیفی‌موریوم* بررسی شد. در این مطالعه با افزایش دما *اشریشیا کلی O157:H7* حساس‌ترین باکتری، سپس *استافیلوکوکوس اورئوس*، *سالمونلا تیفی‌موریوم* و نهایتاً *لیستریا منوسیتوزنز* بود. تفاوت اثر آب الکترولیز شده بر روی باکتری‌ها از لحاظ حساسیت و مقاومت در برابر این ماده، در مطالعه Rahman و مطالعه حاضر کاملاً مشخص می‌شود. در مطالعه حاضر نیز باکتری *اشریشیا کلی* دارای حساسیت بیشتری است.

Bari و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که تیمار با آب الکترولیز شده‌ی اسیدی با میزان کلر فعال ppm ۲۰۰، سبب کاهش *اشریشیا کلی O157:H7*، *سالمونلا اینتریتیدیس* و *لیستریا منوسیتوزنز* در سطح گوجه‌فرنگی به مقدار $\text{Log } 4/87$ ، $4/69$ و $4/76$ می‌شود. آن‌ها همچنین دریافتند که ۴۰ ثانیه تیمار با آب الکترولیز اسیدی حاوی ppm ۳۰/۳ کلر فعال و $\text{pH}=2/6$ به‌طور چشمگیری جمعیت *اشریشیا کلی O157:H7*، *سالمونلا اینتریتیدیس* و *لیستریا منوسیتوزنز* را به ترتیب به میزان $\text{Log } 7/85$ ، $7/46$ و $7/47$ در سطح گوجه‌فرنگی کاهش می‌دهد. در این مطالعه از سطح بالای کلر در مقایسه با مطالعه حاضر استفاده شده است که می‌تواند دلیلی برای اثرات بیشتر این ماده بر روی باکتری‌ها عنوان شود.

مدت ۱۵ دقیقه باعث بیشترین کاهش در میزان *اشریشیا کلی* شد به‌گونه‌ای که این باکتری در کشت مستقیم رشد نکردند. Fabrizio و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر آب الکترولیز شده‌ی اسیدی در کاهش *لیستریا منوسیتوزنز* در غذاهای گوشتی آماده مصرف را بررسی کردند. آن‌ها قطعات فرانکفورتر یا همبرگر تلقیح شده با *لیستریا منوسیتوزنز* را به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴ یا ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌وسیله آب الکترولیز شده‌ی اسیدی ppm ۵۰ کلر فعال و آب الکترولیز شده‌ی بازی مورد تیمار قراردادند. بیشترین میزان کاهش *لیستریا منوسیتوزنز* در تیمار با آب الکترولیز شده‌ی اسیدی به مدت ۱۵ دقیقه بود اما بیشتر از $\text{Log } 1$ کاهش مشاهده نشد چون برخلاف مطالعه حاضر از غلظت کلر فعال ppm ۵۰ استفاده شد.

Bialka و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر آب الکترولیز شده خنثی را بر روی میزان زنده‌مانی *سالمونلا اینتریتیدیس* و *اشریشیا کلی* در سطح تخم‌مرغ را مورد بررسی قراردادند. در این مطالعه از آب الکترولیز شده با غلظت ppm ۷۰-۸۰ کلر فعال استفاده گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار تخم‌مرغ با این آب الکترولیز شده باعث کاهش $\text{Log } 1/7$ و $\text{Log } 2$ *سالمونلا* و *اشریشیا کلی* بعد از گذشت ۵ دقیقه شد. در تحقیق حاضر نیز نتایج مشابهی به دست آمد به‌گونه‌ای که تیمار پوست مرغ با آب الکترولیز خنثی باعث کاهش *سالمونلا تیفی‌موریوم* و *اشریشیا کلی* به میزان $\text{Log } 1/57$ و $\text{Log } 2/08$ بعد از گذشت ۵ دقیقه شد. نتایج حاصله از مطالعه حاضر بیانگر آن است که مقدار کاهش بار باکتریایی *سالمونلا تیفی‌موریوم* در تیمار پوست با آب الکترولیز شده خنثی نسبت به فیله بیشتر است به‌گونه‌ای که در زمان‌های ۱، ۵ و ۱۰ دقیقه در پوست به ترتیب $\text{Log } 1/09$ ، $1/57$ و $1/59$ و در فیله $\text{Log } 1$ ، $1/01$ و $1/23$ بود. در همین راستا محمود و همکاران (۲۰۰۴) اثر ضدعفونی محلول آب‌نمک الکترولیز شده بر روی ماهی کپور را مورد بررسی

سالمونلا تیفی موریوم و اشریشیا کلی در فیله و پوست مرغ بود. بنابراین استفاده از آب الکترولیز خنثی در شستشوی مرغ‌های کشتار شده در خط تولید و چیلرهای کشتارگاه طیور، می‌تواند به‌عنوان یک روش ضد عفونی مناسب مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر نتایج پایان‌نامه کارشناسی ارشد بهداشت مواد غذایی می‌باشد که هزینه‌های انجام آن از طریق پژوهانه سال ۱۳۹۳ دانشگاه شهید چمران اهواز تأمین شده است که بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه سپاسگزاری می‌نماید. همچنین از همکاری شرکت خسرو مدیسا طب به لحاظ در اختیار قرار دادن آب الکترولیز شده مورد نیاز در انجام این مطالعه سپاسگزاری به عمل می‌آید.

منابع

۱. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۶). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - راهنمای الزامات کلی برای آزمون. استاندارد شماره ۹۸۹۹.
۲. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۶). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روشهای جامع نمونه‌برداری از سطوح با استفاده از پلئیت های تماسی و سوآب. استاندارد شماره ۴۸۰۶.
۳. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۵). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- آماده‌سازی آزمایش، سوسپانسیون اولیه و رقت‌های اعشاری برای آزمون میکروبیولوژی - مقررات ویژه برای آماده‌سازی گوشت و فراورده‌های آن. استاندارد شماره ۲-۸۹۲۳.
۴. جاکلیک، ویلت و آموس، ویلفرت. (۱۳۸۶). میکروبی شناسی زینسر. ترجمه: رحیمی، محمد کریم، چاپ دوم، انتشارات آبیژ، صفحات: ۲۷، ۲۴۵-۲۴۶، ۲۵۱-۲۵۲.
۵. رضوی، ودود. (۱۳۸۲). میکروبی‌های بیماری‌زا در مواد غذایی و اپیدمیولوژی مسمومیت‌های غذایی. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات: ۱-۲.

Xu و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی تأثیر آب الکترولیز شده با ۷۰-۸۰ ppm غلظت کلر فعال در ترکیب با کیتوزان بر روی خصوصیات میکروبیولوژی، فیزیکی و شیمیایی و حسی شاه‌ماهی آمریکایی ذخیره‌شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۵ روز مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیب آب الکترولیز شده و کیتوزان دارای تأثیرات بازدارندگی بیشتری نسبت به هر کدام از تیمارها به‌تنهایی است به‌گونه‌ای که در این تیمار رشد میکروبی، تجزیه پروتئینی و اکسیداسیون لیپیدها به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد.

Deza و همکاران در سال ۲۰۰۴ تأثیر آب الکترولیز شده خنثی را برای غیرفعال سازی اشریشیا کلی، لیستریا منوسیتوزنز، سودوموناس آئروژینوس و استافیلوکوکوس اورئوس بر روی سطح فولاد و شیشه بررسی نمودند. در این مطالعه تأثیر آب الکترولیز شده خنثی با ۶۳ ppm کلر فعال و هیپوکلریت سدیم با pH مشابه و ۶۲ ppm کلر فعال با یکدیگر مقایسه شدند. محلول کنترل در این بررسی آب دیونیزه بود. نتایج این بررسی نشان داد که آب الکترولیز شده در مقایسه با هیپوکلریت سدیم، تأثیر بیشتری بر کاهش باکتری‌های مورد مطالعه داشت.

نتیجه گیری

در مطالعه حاضر با توجه به نتایج مشخص است که تیمار با آب مقطر به‌تنهایی در زمان‌های مورد مطالعه یعنی ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ دقیقه در بیشتر موارد هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در کاهش باکتری‌های سالمونلا تیفی موریوم و اشریشیا کلی ندارد در حالی که تأثیر تیمار آب الکترولیز خنثی در کاهش این باکتری‌ها حتی در زمان‌های کوتاه نیز کاملاً مشهود و با توجه به مزایای گفته‌شده سبب ارجحیت این ماده‌ی ضد عفونی‌کننده بر آب مقطر به‌تنهایی است. به‌طور خلاصه نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که آب الکترولیز خنثی یک روش مؤثر در کاهش باکتری‌های

- aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* on stainless steel and glass surfaces by neutral electrolyzed water. *Appl Microbiol.* 40: 341-346.
15. Fabrizio, K.A., and Cutter, Cn. 2005. Application of electrolyzed oxidizing water to reduce *listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats. *Meat Sci.* 71: 327-333.
 16. Fabrizio, K.A., Sharma, R.R., Demirci, A., and Cutter, C.N. 2002. Comparison of electrolyzed oxidizing water with various antimicrobial interventions to reduce *Salmonella* species on poultry. *Poul Sci.* 81: 1598-1605.
 17. Gómez-López, V.M. 2012. Decontamination of fresh and minimally processed produce. Blackwell Publishing. pp:148-164.
 18. Hao, J., Qiu, S., Li, H., Chen, T., Liu, H., and Li, L. 2012. Roles of hydroxyl radicals in electrolyzed oxidizing water (EOW) for the inactivation of *Escherichia coli*. *J Food Microbiol.* 155: 99-104.
 19. Huang, Y.R., Hsieh, H.S., Lin, S.Y., Lin, S.J., Hung, Y.C., and Hwang, D.F. 2006. Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood. *Food Control.* 17: 987-993.
 20. Huang, Y.R., Hung, Y.C., Hsu, S.Y., Huang, Y.W., and Hwang, D.F. 2008. Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control.* 19: 329-345.
 21. Izumi, H. 1999. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *Am J Food Sci.* 64: 536-539.
 22. Kim, C., Hung, Y.C., Brackett, R.E., and Lin, C.S. 2003. Efficacy of electrolyzed oxidizing water in inactivating *Salmonella* on Alfalfa seeds and sprouts. *J Food Protec.* 66: 208-214.
 23. Kimura, A.C., Reddy, V., Marcus, R., Cieslak, P.R., Mohle-Boetani, J.C., Kassenborg, H.D., Segler, S.D., Hardnett, F.P., Barrett, T., and Swerdlow, D.L. 2004. Chicken consumption is a newly identified risk factor for sporadic *Salmonella enterica* serotype Enteritidis infections in the United States: a case-control study in FoodNet sites. *Clin Infect Dis.* 15: 244-52.
 6. جیمز. ام. جی، مارتین جی. لانسر، دیوید ای. گلدن. (۱۳۹۱). میکروبیولوژی غذایی مدرن. ترجمه: مرتضوی، سید علی و ضیاءالحق، سید حمیدرضا، ویرایش هفتم، جلد اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات: ۵۳۵-۵۱۳-۵۰۰.
 7. Al-Haq, M.I., Seo, Y., Oshita, S., and Kawagoe, Y. 2002. Disinfection effects of electrolyzed oxidizing water on suppressing fruit rot of pear caused by *Botry oshpaeria berengeriana*. *Food Res Int.* 35: 657-664.
 8. Al-Haq, M.I., Seo, Y., Oshita, S., and Kawagoe, Y. 2002b. Fungicidal effectiveness of electrolyzed oxidizing water on post harvest brown rot of peach. *Hort Sci.* 36: 1310-1314.
 9. Bari, M. L., Sabina, Y., Isobe, S., Uemura, T., and Isshiki, K. 2003. Effectiveness of electrolyzed acidic water in killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes* on the surfaces of tomatoes. *J Food Protec.* 66: 542-548.
 10. Bialka, K. L., Demirci, A., Knabel, S. J., Patterson, P. H., and Puri, V.M. 2004. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for the microbial safety and quality of eggs. *Poultry Sci.* 83: 2071-2078.
 11. Blackman, I.C., and Frank, J.F. 1996. Growth of *Listeria monocytogenes* as a biofilm on various food-processing surface. *J Food Protec.* 59: 827-831.
 12. Capita, R., Alonso, C., Calleja, M.C., Fernandez, G., and Moreno, B. 2002. Trisodium phosphate (TSP) treatment for decontamination of poultry. *J Food Sci and Tech.* 8:11-24. 40.
 13. Centers for Disease Control and Prevention. 2004. Diagnosis and management of foodborne illnesses. A primer for physicians and other health care professionals. April 16, 53 No. RR4: <http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/RR/RR5304.pdf>.
 14. Deza, M.A., Araujo, M., and Garrido, M.J. 2004. Inactivation of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas*

24. Koseki, S., and Itoh, K. 2001. Prediction of microbial growth in fresh-cut vegetables treated with acidic electrolyzed water during storage under various temperature conditions. *J Food Protec.* 64: 1935-1942.
25. Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shik, S., Dong, Suk, C., and Suzuki, T. 2004. Decontamination effect of electrolysed NaCl solutions on carp. *Appl Microbiol.* 39: 169-173.
26. Mansur A.R., Tango C.N., Kim G.H. and Oh D.H. 2014. Combined effects of slightly acidic electrolyzed water and fumaric acid on the reduction of foodborne pathogens and shelf life extension of fresh pork. *Food Control*, 47: 277-284.
27. Mead, G.C., Allen, V.M., Burton, C.H. and Corry, J.E. 2000. Microbial cross contamination during air chilling of poultry. *Poul Sci.* 41: 158-162.
28. Miller, B. J. and Cutter, C. N. 2004. Incorporation of nisin into a collagen film retains activity against *Listeria monocytogenes* and *Brochothrix thermosphacta* associated with a ready-to-eat meat product. *J Am. Food Drug Official*, 68, 64-77.
29. Northcutt, J.K., Berrang, M.E., Dickens, J.A., Fletcher, D.L., and Cox, N.A. 2003. Effect of broiler age, feed withdrawal, and transportation on levels of coliforms, *Campylobacter*, *Escherichia coli* and *Salmonella* on carcasses before and after immersion chilling. *Poul Sci.* 82: 169-173.
30. Wang, J.J., Lin, T., Li, J.B., Liao, C., Pan, Y.J., and Zhao, Y. 2014. Effect of acidic electrolyzed water ice on quality of shrimp in dark condition. *Food Control.* 35: 207-212.
31. Xu, G., Tang, X., Tang, S., You, H., Shi, H., and Gu, R. 2014. Combined effect of electrolyzed oxidizing water and chitosan on the microbiological, physicochemical, and sensory attributes of American shad (*Alosa sapidissima*) during refrigerated storage. *Food Control.* 46: 397-402.

Influence of exposure time to neutral electrolyzed water on the reduction of contamination to *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* on skin and fresh poultry fillets

Fazlara A,¹ Pourmahdi M,¹ Malekzadeh J²

1. Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

2. MSc in Food Hygiene, Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

*Corresponding author: a.fazlara@scu.ac.ir

Received: 2015.12.11

Accepted: 2016.01.21

Abstract

From desirable characteristics of electrolyzed water could be noted to inexpensive, safe, and no adverse impact on the environment. The aim of this study was to evaluate the influence of exposure time to neutral electrolyzed water on the reduction of contamination to *Salmonella typhimurium* and *E. coli* on skin and fresh poultry fillets. The neutralized electrolyzed water with 100 ppm free available chlorine was used for the exposure times of 1, 5, 10, 15 and 30 minutes on the inoculated skin ($6 \log/\text{cm}^2$) and chicken fillets ($6 \log/\text{g}$) with mentioned bacteria. The results showed that the reduction of studied bacteria in skin and poultry fillets exposed to neutral electrolyzed water were statistically significant in comparing to distilled water ($P < 0.01$). According to the results, the treated fillets with neutral electrolyzed water for 15 minutes lead to the complete disappearance of *E. coli* in such a way that the bacterium was not detectable in surface plating. The most reduction of *E. coli* in treated skin with neutral electrolyzed water was $2.63 \log/\text{cm}^2$ after 30 minutes. Also the most reduction of *salmonella typhimurium* in treated fillets and skin with neutral electrolyzed water after 30 minutes were $2.51 \log/\text{g}$ and $2.54 \log/\text{cm}^2$ respectively. In brief, the obtained results show that the usage of neutral electrolyzed water for washing of slaughtered poultry carcasses in the lines and chillers of slaughterhouses could be in consideration as a suitable method of disinfection.

Keywords: Neutral Electrolyzed Water, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*.